СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Международные телефонные звонки и доступ в Интернет, прогноз погоды и навигация – спутники изменили жизнь современного общества.

СПУТНИКОВАЯ ТАРЕЛКА Типичная для всего мира картина: тарелка для приема ТВ-сигналов со спутников на орбите Земли.

Спутники – это любые объекты, вращающиеся по орбите вокруг более крупного космического тела. К ним относятся естественные спутники, такие как луны, но в наши дни спутниками в основном называют искусственные приборы, запущенные на орбиту в технологических, военных или научных целях. В настоящий момент на орбите Земли находятся более 560 рабочих спутников и еще больше аппаратов, которые не функционируют, но продолжают вращаться вокруг планеты. Самый старый из них – «Авангард-1», запущенный в 1958 году.

ГЛОССАРИЙ
Орбитальная скорость – скорость, необходимая спутнику для баланса между гравитационным притяжением и инерцией его движения, чтобы поддерживать прямой курс.

Некоторые писатели XIX века, например, основоположник научной фантастики Жюль Верн в романе *«Пятьсот миллионов Бегумы»* (1879), предсказали появление спутников. Верн считал, что достаточно мощная пушка может выстрелить снарядом до Луны – эта идея отразилась в книге *«С Земли на Луну прямым путем за 97 часов 20 минут»* (1865). Если орудие недостаточно мощное, конечно, гравитация притянет снаряд к Земле.

Верн понимал, что импульс снаряда может оказаться слишком большим для возвращения на Землю и слишком маленьким, чтобы преодолеть ее гравитацию. Он представлял, что снаряд выйдет на орбиту и упадет с нее, но из-за кривизны поверхности Земли никогда ее не достигнет.

ДВЕ ОСНОВНЫЕ ОРБИТЫ ЗЕМЛИ

ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

ОРБИТАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА

Законы планетарного движения Иоганна Кеплера обеспечили математический плацдарм для разработчиков миссий спутников.

Ракета-носитель поднимает спутник на определенную высоту по заданной траектории, а потом сбрасывает. Высоту, на которой спутник отсоединяется от ракеты и включает свои двигатели, а также направление его начального движения вычисляют на основе законов Кеплера.

Например, для связи на средних широтах спутник запускают на геостационарную орбиту, обычно над экватором на высоте 35 786 км, для составления карт и прогноза погоды – на низкую орбиту Земли над полюсами на высоте 1270 км.

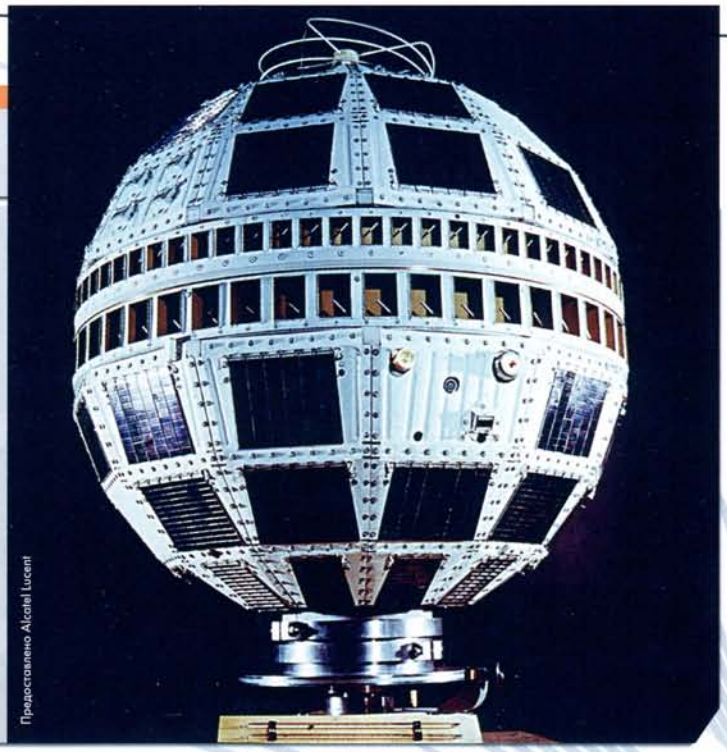
ОРБИТЫ СПУТНИКОВ
Их запускают на одну из двух основных орбит Земли в зависимости от целей.

ТЕХНОЛОГИИ

«ТЕЛСТАР-1»

С таким названием запущено несколько спутников, но первый был собран в Bell Telephone Laboratories (штат Нью-Джерси, США). Их инженеры изобрели такие технологии, как ретрансляторы и транзисторы для передачи сигналов и солнечные батареи для генерации энергии.

«Телстаром-1» управляли ассоциация American Telegraph and Telephone Company (AT&T), Британская государственная почтовая служба, Французская национальная почта, НАСА и «Би-би-си». Чтобы получать его слабые сигналы, требовались тарелки площадью 330 м² и весом 380 т. «Телстар-1» был запущен в июле 1962 и функционировал до февраля 1963 года, когда вышел из строя в результате испытаний ядерного оружия.



Предоставлено Alcatel Lucent

«ТЕЛСТАР-1» Первый в мире коммерческий спутник связи.

ДОСТИЖЕНИЕ ОРБИТЫ

Чтобы вырваться из «ловушки» земной гравитации, спутники должны набрать орбитальную скорость (см. «Глоссарий»). Ее не удавалось достичь до конца 1950-х годов. К счастью, разработчики первых ракет опирались не только на идеи Верна, но и на законы Кеплера (1571–1630), немецкого астронома и математика. Он вычислил высоту, на которой должны вращаться по орбите спутники, их путь и способ управления ими (см. «Важные открытия»).

Сначала основным предназначением спутников была междугородняя связь. До наступления эры спутников сигнал через океаны передавался по тяжелым и дорогим кабелям. Другой вариант – отражение радиосигналов от ионосферы (слоя электрически заряженных частиц в верхнем слое атмосферы) был не идеальным, поскольку качество сигнала и его сила уменьшались на расстоянии и подвергались влиянию атмосферных явлений.

«ТЕЛО НА ТАКОЙ ОРБИТЕ... БУДЕТ ВРАЩАТЬСЯ С ЗЕМЛЕЙ, А ЗНАЧИТ, НАД ОДНОЙ И ТОЙ ЖЕ ТОЧКОЙ ПЛАНЕТЫ».

Артур Чарльз Кларк, цитата из журнала «Беспроводной мир» (1945)

ТЕСТИРОВАНИЕ «ЭХО-1» Пластиковый спутник-баллон НАСА с алюминиевым напылением проходит испытательный надув в ангаре в 1958 году.

«Эхо-1», первый спутник связи НАСА, запущенный ракетой, представлял собой большой пластиковый баллон с алюминиевым напылением. Форма сферы позволяла отражать сигналы, полученные из любой точки, но при этом их сила значительно уменьшалась. Такую систему связи называют пассивной. «Эхо-1» был уязвим к повреждениям метеоритами, поэтому проект вскоре закрыли.

Более передовые спутники использовали активные системы – усилительные станции. Они оснащались ретрансляторами и могли принимать сигналы от одной земной станции, усиливать их и передавать на другие. Первым коммерческим спутником связи стал «Телстар-1» (см. «Технологии»).

ПРЯМЫЕ ТЕЛЕЭФИРЫ

Благодаря «Телстару-1» оказалось возможным передавать ТВ-картинку в режиме

КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ПУТЬ СПУТНИКА СВЯЗИ

Типичные спутники связи выводятся ракетами-носителями на низкую круговую орбиту Земли. Двигатель аппарата разгоняет его и поднимает на эллиптическую орбиту, где снова включается, чтобы доставить на круговую.

Энергия поступает от солнечных батарей. Внешнее отражающее покрытие блокирует большинство солнечных излучений, обеспечивая чувствительной электронике постоянную температуру. Спутники вещают на частоте микроволн, которые (в отличие от радиоволн) проходят через ионосферу.

реального времени через Атлантический океан. Он также передавал международные телефонные звонки и факсы. Как и все первые спутники, «Телстар-1» находился на эллиптической низкой орбите Земли. Его отслеживали земные станции в Андовере (штат Мэн, США) и Гунхилли-Даунз (Великобритания). Станции могли получать сигналы лишь в течение 20 минут, когда спутник проходил над ними.

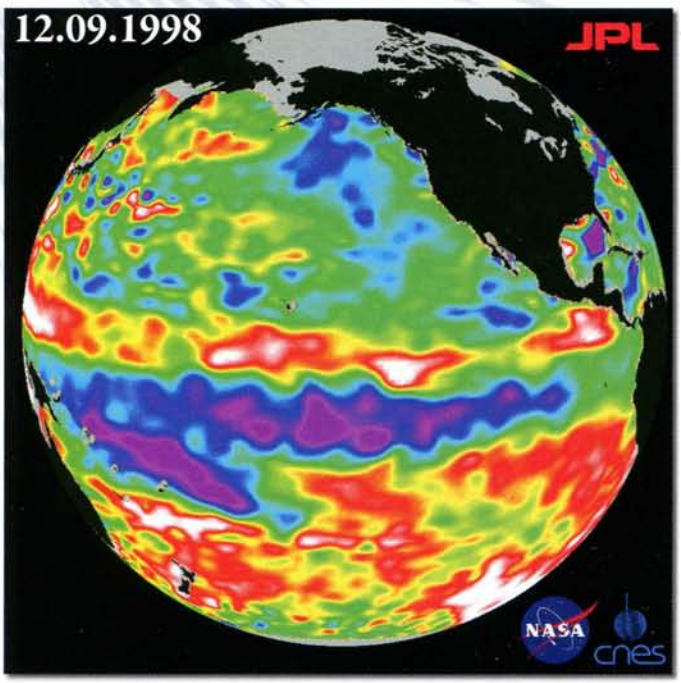
Непрерывная трансконтинентальная связь стала реальностью с разработкой «постоянных» геостационарных спутников. Их идею впервые предложил писатель-фантаст Артур Чарльз Кларк в журнале *«Беспроводной мир»* в 1945 году.

Антенны спутников связи должны быть направлены к Земле. Один из способов достижения этого – стабилизация вращением – заключается во вращении тела спутника подобно гироскопу. Это удерживает спутник под углом по такому же принципу, как вращающиеся колеса велосипеда удерживают ездока в вертикальном положении. Платформа, прикрепленная к телу спутника, может вращаться в противоположных направлениях с одинаковой скоростью, поэтому антенны остаются в постоянном положении относительно Земли.

Другой способ – стабилизация по трем осям – требует наличия маленьких реактивных двигателей, которые запускаются для регуляции положения спутника в любой момент, когда датчики на аппарате обнаруживают отклонения. Хотя совре-

ЗАПУСК СПУТНИКА
19-й спутник системы «Навстар» перед запуском на борту ракеты «Дельта» с мыса Канаверал 30 марта 1993 года.

КАРТА СПУТНИКА
Тихоокеанские течения – теплое Эль-Ниньо (красное и белое вдоль экватора) и холодное Ла-Нинья (фиолетовое) на карте спутника TOPEX/Poseidon.



менные спутники постоянно совершенствуются, основной принцип остается неизменным (см. «Как это работает»).

Сигналы телевизионных спутников изначально поступали на наземные станции, которые их ретранслировали. Сегодня пользователи спутникового телевидения получают сигналы непосредственно на тарелку, установленную на наружной стене или крыше дома. Площадь земной поверхности, где есть возможность принимать сигнал, называют зоной обзора. Сигнал в ее центре самый сильный, его могут принять тарелки диаметром всего 50–80 см. В крайних точках этой зоны, чтобы получать хороший сигнал, необходима тарелка диаметром до 3 м.

СПУТНИК-ШПИОН На рисунке – российский спутник-шпион. Как правило, такие аппараты маскируют под спутники связи.

СПУТНИКИ-ШПИОНЫ

Первым военным применением спутников была разведка. Разведывательная служба, построившая спутник, оснащенный камерой и мощными объективами, может непрерывно получать снимки крупным планом вражеских сооружений (если позволяет погода).

США быстро реализовали эту возможность. Центральное разведывательное управление (ЦРУ) начало программу Corona, используя спутники серии «Кихоул», чтобы фотографировать военные базы СССР. Капсулы с пленкой сбрасывались, когда спутники входили в воздушное пространство США, и опускались на парашютах, а ловил их транспортный самолет С-119. Чтобы не уступать конкурентам, СССР запустил разведывательные спутники «Зенит» (под видом научных спутников «Космос»). Созданный по подобию пилотируемых космических станций «Восток», «Зенит» выдерживал нагрев при входе в плотные слои и возвращался на Землю на парашюте, доставляя пленки и камеру неповрежденными. Более поздние американские и советские разведывательные спутники передавали кодированные цифровые снимки на базу, оставаясь на орбите.

СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ

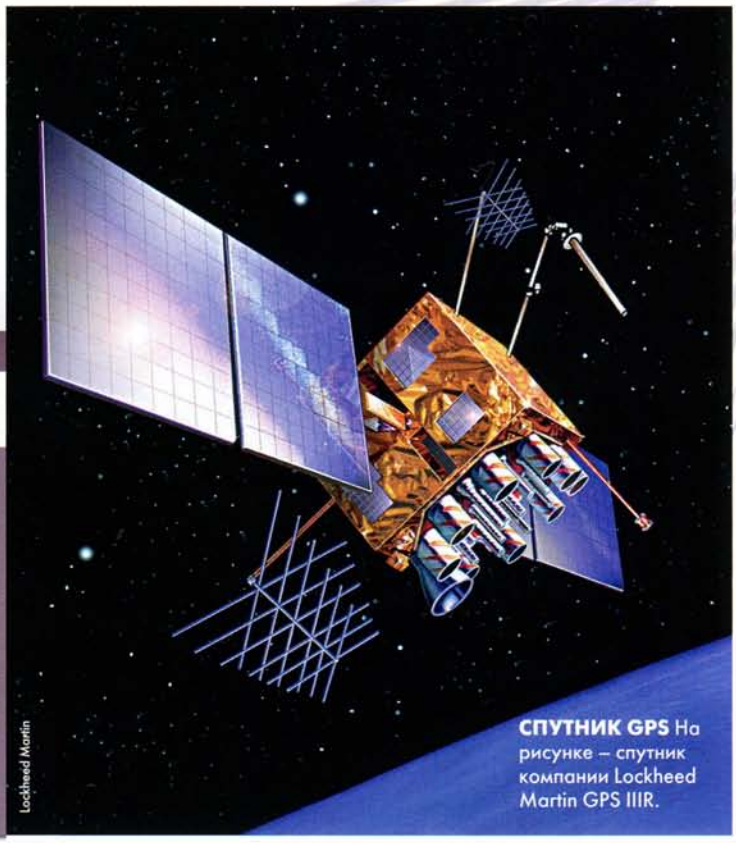
Спутники дистанционного зондирования используются для прогноза погоды, предупреждения об ураганах, разведки полезных ископаемых, мониторинга наводнений, незаконной вырубки лесов и других проблем окружающей среды.

Еще одна важная сфера применения спутниковых технологий – навигация. Глобальная система вычисления местоположения (GPS) «Навстар», разработанная Минобороны США для военных целей, используется гражданскими организациями для ведения кораблей, самолетов и автомобилей (см. «Наши сведения»). В наши дни, кроме «Навстар», дорабатываются и вводятся в эксплуатацию европейская сеть «Галилео» и российская система ГЛОНАСС.

НАШИ СВЕДЕНИЯ

СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИЯ

Спутники GPS передают данные о местоположении и текущем времени навигаторам, используя встроенные атомные часы. По времени, за которое их сигналы доходят до навигатора, рассчитывается расстояние. На орбите в любое время находится как минимум 24 спутника GPS. Так как положение каждого из них известно, спутниковый навигатор может рассчитать свое положение при условии наличия контакта по крайней мере с четырьмя спутниками. Сигналы GPS проходят через стекло, но не могут преодолеть кирпич или горы.



Lockheed Martin

СПУТНИК GPS На рисунке – спутник компании Lockheed Martin GPS IIIR.